

## 新生児・未熟児の全身運動評価

小西行郎 | 埼玉医科大学小児科

佐々木綾子 | 福井医科大学看護学科

高谷理恵子 | 福島大学教育学部学校教育講座

### はじめに

人は、生後約1年をかけて、一定の順序に従って運動を発達させ、歩行するようになる。こうした運動の出発点として、新生児の運動は一般に非常に未熟なものと受け止められている。小児科の教科書ではこうした新生児の運動は生得的に皮質下や脊髄などに備わっている神経回路網があって、一定の刺激を与えるとそれに応じた運動パターンを出力すると書かれている。そして、生後数か月たって大脳皮質が発達していくとその反射が抑制されるようになり、運動の制御は大脳皮質にとって代わられるようになる。

この説は一見 Piaget の構成論<sup>1)</sup>を支持し、運動の随意性の出現と大脳皮質の発達とを結びつけられるので都合がよく、いまでも我が国ではこの説が広く支持されている。しかし、最近の発達行動学的研究では、新生児が外界から特別な刺激を与えられなくても、自発的に手足を動かしていく。こうした運動のなかには様々な原始反射が含まれているという説<sup>2)</sup>や新生児が意図的に物に向かって手をのばしたり<sup>3)</sup>、人の顔を模倣したりすることが<sup>4)</sup>いわれるようになり、先に述べた古典的な運動発達論は大きく見直しを迫られている。

そうしたなかで、特に Precht<sup>l</sup>らは胎児期から乳児期までにみられる自発的な全身運動(general movement: GM)に注目し、この運動の性質を観察することによって、児の脳障害の有無を判定することができるを見い出した<sup>5-7)</sup>。ここではこうした彼らの報告と我々の行っているGMの客観的診断法などについて述べる。

### 1. GMとは

超音波を利用した観察で、胎児のさまざまな自発運動が新生児期のそれとほぼ同じであることが確認されている<sup>8)</sup>。こうした自発運動のなかで、GMは出現頻度も多く、全身運動であるために最も認識しやすい運動である。受精後8~9週ごろには出現し、生後数か月まで持続し随意運動の出現とともに消失するといわれている。正常のGMは四肢のいずれかの部分から始まり、体全体をスムーズに優雅に流暢に動かすものである。数十秒から数分の持続時間を持ち、運動のあいだ

表 GMの評価のポイント

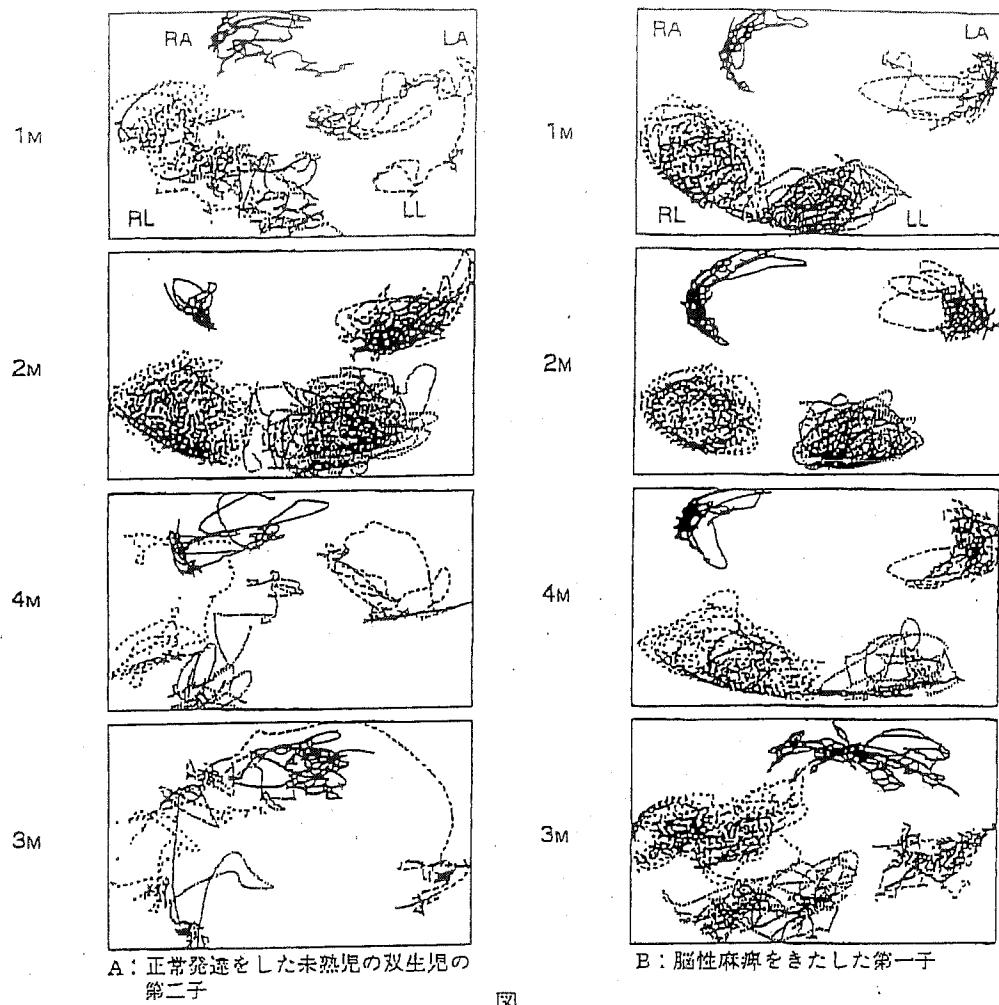
大きさ：全般的に小さい運動だけ
全般的に大きい運動だけ
いろいろな大きさの運動がある
速 度：遅い運動が主体である
速い運動が主体である
いろいろな速度の運動がみられる
運動の始まり：突然かどうか
四肢が同時に動くかどうか
ゆっくり始まりゆっくり終わる
(四肢は同時に動かない)
性 質：あまりいろいろな運動がない
flaccid である
けいれん様である
優雅さと流暢さ：ない
ある
指の運動：把ったまま
開いたままである
2本以上の指が複雑に動いている

にその大きさや速度が変化し、運動の始まりと終わりがゆっくりとしているのが特徴である<sup>9)</sup>。

この運動の間には複数の指を複雑に動かし、軸幹を回転させるようなこともみられる。このGMは胎児期には出現した時から出生までの大きな変化をみせないが、出現してからは年齢とともに writhing から fidgety などと呼ばれるようにパターンが変化する。その変化を表面筋電図で調べた Hadders-Algra ら<sup>10)</sup>の研究によれば筋肉の収縮活動の大きさの減少と活動時間の短縮ということであり、また拮抗する屈筋と伸筋の同時収縮から相反収縮への移行であるといわれている。Bernstein<sup>11)</sup>によれば、ひとが運動を獲得する時にはまず拮抗筋の同時収縮を起こさせ、関節の自由度を減らし、関節の運動をフリーズさせることによって運動の基本的パターンを会得させ、徐々にフリーシングを解除させてスムーズな運動を完成させるという基本的方略とGMの変化はうまく合致する。

### 2. GMの評価法

Precht<sup>l</sup>ら<sup>12)</sup>はこのGMがさまざまな要因、とりわけ脳障害によって大きく変化することを見い出し、胎児や新生児、乳幼児の神経学的診断法として有用である



図

と報告した。GMは先にも述べたように、頻度が高いので容易にみられる運動であるが、児の覚醒状態によって変化し、Precht<sup>11)</sup>のいうstate 2と4の時にしか出現しない。そこで我々は児が開眼してGMをしているとき、すなわちstate 4の時を観察時間としている。まず児を自然のままの状態で全裸で仰臥位にし1m離れたところからビデオによる録画をする。記録時間はGMが5回くらいみられる間とする。記録ができればビデオの再生を行い複数の者による評価を行う。評価はGM全体の評価と表にあげた観察ポイントについての評価法とがあるが、全体の印象のほうが診断的な価値は高いように思える。したがって、何度も繰り返しこの評価法に慣れておく必要がある。

一度慣れてしまえばこの方法は観察者間での一致率が非常に高いことがいわれている。ただし、1回の観察だけでは確定的な診断をくだすのは困難な場合もあり、そうした場合には観察を定期的に繰り返し、GMの

年齢に応じた変化がみられるかどうかを確かめることも必要である。Precht<sup>11)</sup>はwrittingからfidgetyへの移行がみられないものは脳障害の可能性が高いと述べている。

この方法は児に触れずに行えるために安全であり、ビデオ録画を利用すれば繰り返し判定が行え、複数の人との討論が可能となるという利点をもっている。

### 3. 新しいGMの評価法

Precht<sup>11)</sup>によって提唱されたGMの評価による脳障害の判定法はいまや広く受け入れられているが、しかし、余りにも主観的ではないかとの批判もないわけではない。そこで我々は、GM評価をより客観的なものにするために行動解析装置を用いて四肢の運動の軌跡を解析することを試みた。手関節と足関節に反射テープを巻き、ビデオカメラの横からライトを当て、光に照らされたテープの軌跡を録画した。このテープを二次元行動解析装置を用いて二次元の軌跡として描

かせた。その生後1か月から4か月までの軌跡を図に示す。早産低出生体重児の双胎であり、1-Aは正常発達を、1-Bは脳性麻痺になった症例である。1-Aでは生後2か月の軌跡だけが単調になり、それ以外はバターチ化されない複雑な軌跡を示している。一方1-Bはどの年齢も比較的単調であり、生後2か月で大きな変化はみられなかった。1-Aのような軌跡は正常出産の満期産児数人にみられる軌跡と同じようであった。正常児の軌跡5例を非線形予測法によって運動の複雑さを評価したが、GMの時系列には非線形のダイナミクスが認められた。つまりGMはランダムではなく、非線形性を持った決定論的なダイナミクスによって作られていること、生後2か月前後に運動が規則的という観点で単純になることがわかった。脳障害のあるケースでは運動パターンが異常に規則的になったり、完全にランダムになったりすることもわかった<sup>13)</sup>。

この方法を用いればかなり客観的にGMの評価ができるのではないかと思われた。我々はさらに3次元解析を行うつもりである。

#### □ 参考文献 □

- 1) Piaget J, 滝沢武久(訳)：発生的認識論、白水社、1972
- 2) Touwen, BCL : Primitive reflex-conceptual or semantic problem? In Prechtl, HFR (ed) : Continuity of neural functions from pre-natal to post-natal life. Clinics in Developmental Medicine, London, Spastics Int Med Publ 94 : 115-125, 1984
- 3) van der Meer, ALH, et al : The functional significance of arm movements in neonates, Science 267 : 693-695, 1995
- 4) Meltzoff AN, et al : Imitation of facial and manual gestures by human neonates. Science 198 : 75-78, 1977
- 5) Prechtl, HFR : Qualitative changes of spontaneous movements in fetus and preterm infant are a marker of neurological dysfunction. Early Hum Dev 23 : 151-158, 1990
- 6) Prechtl, HFR, et al : An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions. Lancet 349 : 1361-1363, 1997
- 7) Cioni G, et al : Comparison between observation of spontaneous movements and neurologic examination in preterm infants. J Pediatr 130 : 704-711, 1997
- 8) de Vries JJP, et al : Fetal motility in the first half of pregnancy. In Prechtl, HFR (ed) : Continuity of neural functions from prenatal to postnatal life. Clinics in Developmental Medicine, London, Spastics Int Med Publ 94 : 185-212, 1984
- 9) Konishi Y, et al : Finger movements and fingers postures in pre-term infants are not a good indicator of brain damage, Early Hum Dev 36 : 89-100, 1994
- 10) Hadders-Algra M, et al : Developmental course of general movements in early infancy. II. EMG correlates, Early Hum Dev 28 : 231-251, 1992
- 11) Bernstein N : The co-ordination and regulation of movements, Pergamon Press, London, 1996
- 12) Prechtl, HFR : The behavioural states of the newborn infant, Brain Res 76 : 1304-1311, 1974
- 13) Taga G, et al : Analysis of general movements of infants towards understanding of developmental principle for motor control, Proc IEEE SMC, V : 678-683, 1999

## お知らせ

### 第21回医療体育研究会、 第4回アジア障害者 体育・スポーツ学会 日本部会合同大会

会期：平成12年11月18日(土)・19日(日)  
会場：埼玉県立大学(☎ 0489-71-0500)  
☎ 343-8540 埼玉県越谷市三野宮820  
参加費：会員 2,000円(9月1日以降 2,500円)  
会員外 3,000円(9月1日以降 3,500円)  
学生 1,000円  
会員外発表参加費 4,000円  
プログラム：

#### [第1日目] (受付開始 9:30)

10:30 特別講演(野村一郎先生/日本体育大学)  
一障害のある人のスポーツの在り方と生涯ス  
ポーツへの橋渡し

13:00 口頭発表、ビデオ発表

#### [第2日目] (受付開始 8:30)

9:30 セミナー 同時2コース開講  
テーマ1 障害のある人の在宅生活と健康づ  
くり 実技あり  
テーマ2 障害のある人の学校体育と健康新  
くり 実技あり

#### [大会事務局]

☎ 362-0057 埼玉県上尾市西貝塚148-1  
埼玉県総合リハビリテーションセンター医療体育科内  
合同大会事務局(担当/大久保春美、塙越和巳)  
☎ 048-781-2222 ext 2256, 2257 Fax 048-781-1552



## Evaluation on Body Movements of Newborns and Premature Babies

Yukuo KONISHI, Pediatrics Department, Saitam Medical University

Ayako SASAKI, Nursing Department, Fukui Medical University

Rieko TAKAYA, School Education, Faculty of Education, Fukushima University

### Introduction

A human being becomes capable of walking in about one year after birth by developing movements in a certain sequence. The movement of a newborn as a starting point of such movements is generally considered as very immature. As for such movements of newborns, pediatric textbooks describe that there are innate neural networks in subcortex, spinal cord, and so on and when a certain stimuli is given, they output a movement pattern according to the stimuli. Then, with the development of cerebral cortex after several months after birth, this reflex is suppressed and cerebral cortex takes over movement control.

This theory is convenient and is widely supported in Japan even at present since it seemingly supports the structural theory of Piaget<sup>1)</sup> and associates the appearance of voluntariness of movements and the development of cerebral cortex. However, in recent developmental behavioral research, there are such theories that postnatal babies make spontaneous movements of their limbs even without any special external stimuli and these movements include various primitive reflexes<sup>2)</sup>, that neonates intentionally reach out their hands toward some object<sup>3)</sup>, and that neonates imitate other person's facial gestures<sup>4)</sup>. Accordingly, great revision of the aforesaid classical movement developmental theory is being demanded.

Under such circumstances, especially Prechtl et al. focused on spontaneous general movements (GM) that are observed from a prenatal period to infancy and found out that it is possible to determine whether or not an infant has cranial lesions by observing tendency of this movement<sup>5-7)</sup>. Here, such reports of theirs, an objective diagnostic method of GM conducted by us, and so on will be discussed.

### 1. What is GM

From observation utilizing ultrasonic wave, it has been confirmed that various spontaneous movements in the prenatal period are substantially the same as those in the postnatal period<sup>8)</sup>. Among these spontaneous movements, GM appears at a high frequency and it is the movement of the whole body and thus can be recognized most

easily. GM is said to appear around 8 to 9 weeks after fertilization, lasts until several months of age, and disappears when voluntary movements appear. Normal GM starts from any portion of the four limbs and is a smooth, graceful and fluent movement of the whole body. It is characterized in its duration for several ten seconds to several minutes, its changes in magnitude and velocity in the course of the movement, and its slow velocity at the beginning and end of the movement<sup>5)</sup>.

During this movement, complex movements of fingers<sup>9)</sup> are seen and the rotation of brainstem is also seen. In the prenatal period, this GM does not present a great change after the appearance up to the birth, but after the appearance, its pattern changes from so-called writhing to fidgety with age. According to the research by Hadders-Algra et al.<sup>10)</sup> who studied this change by surface electromyogram, it is said that the change is caused by a reduction in magnitude of muscular flexing and a reduction in time of the muscular flexing and by transition from simultaneous flexing to antagonistic flexing of antagonistic flexor and extensor. According to Bernstein<sup>11)</sup>, when a human being acquires movement, a basic pattern of the movement is learned by causing simultaneous flexing of antagonistic muscles first, lowering the degree of freedom of joints, and freezing the movements of the joints, and the freezing is gradually released to complete smooth movement, and this basic plan is in good agreement with the change of GM.

## 2. Evaluation method of GM

Prechtl et al.<sup>5)</sup> found out that this GM greatly changes due to various factors, in particular, by brain lesions and reported that this is useful as a neurological diagnostic method for fetuses, neonates, and young infants. As previously described, appearing at a high frequency, GM is a movement easily recognized, but it changes depending on the awake state of a baby and appears only in states 2 and 4 in terminology of Prechtl<sup>12)</sup>. Therefore, in our research, the observation was conducted during the time when babies were making GM with their eyes open, that is, at the time of state 4. First, the babies in the nude were laid on their backs in a natural state and were recorded by a video recorder installed one-meter apart therefrom. The recording time was set to a length during which GM is seen about five times. After the recording, the video images were reproduced and the evaluation was made based on the plural images. Evaluation methods includes a method of evaluation on the overall GM and a method of evaluation regarding observation points shown in Table, and the overall impression is considered as having a higher diagnostic value. Therefore, it is necessary to be accustomed to this evaluation method by repeating the method many times.

This method is said to be very high in agreement rate among observers once the observers are accustomed to the method. However, it is sometimes difficult to make a

conclusive diagnosis only by one observation, and in such a case, it is necessary to regularly repeat the observation to confirm whether or not a change of GM in accordance with age is seen. Prechtl<sup>12)</sup> says that the movement that does not present the transition from writhing to fidgety is indicative of high possibility of brain lesions.

This method is safe since it is not necessary to touch a baby, and also has an advantage of enabling repeated judgment through the use of video recording and of enabling discussion among a plurality of people.

### 3. New evaluation method of GM

A judgment method of brain lesions through the evaluation of GM proposed by Prechtl et al.<sup>5)</sup> is widely accepted now, but it cannot be said that there is no criticism saying this method is too subjective. Therefore, we tried to analyze trajectories of movements of limbs by using a motion analysis device in order to achieve more objective evaluation of GM. Reflective tapes were wound around hand joints and leg joints and were illuminated from the side of a video camera, and trajectories of the illuminated tapes were recorded. The trajectories of the tapes were drawn as two-dimensional trajectories by using a 2D motion analysis device. The trajectories for 1 month to 4 months of age are shown in the drawing. The subjects are premature, low-birth-weight twins. 1-A is a case of one of the twins who normally developed and 1-B is a case of the other who came to suffer cerebral palsy. In 1-A, only the trajectories for 2 months of age are monotonous, and at the other times, the trajectories are not patterned and complicated. On the other hand, in 1-B, the trajectories are relatively monotonous throughout the ages, and no great change was observed in 2 months of age. The trajectories in 1-A are the same as trajectories observed in some of normally delivered term-birth infants. The complexity of the movements was evaluated by a nonlinear prediction method on 5 examples of the trajectories of the normal infants, and as a result, nonlinear dynamics were observed in time-series GM. That is, it was found out that GM does not occur at random but is made by nonlinear deterministic dynamics and that GM becomes simple in view of that the movements become regular around 2 months of age. It was also found out that a movement pattern in the cases with brain lesions becomes abnormally regular or completely random<sup>13)</sup>.

It was thought that the use of this method could achieve objective evaluation of GM. We further intend to make 3D analysis.

Table. Evaluation Points of GM

Magnitude:	only small movements as a whole only big movements as a whole movements with various magnitudes are seen
Velocity:	mainly slow movements mainly quick movements movements with various velocities are seen
Start of movement:	sudden or not limbs move simultaneously or not movement starts slowly and ends slowly (no simultaneous movement of limbs)
Tendency:	movements are not very varied floppy convulsive
Gracefulness and fluency:	no yes
Finger movement:	clenched open 2 fingers or more move complicatedly

FIG.

A: Normally developed second baby of premature twins

B: First baby coming to suffer cerebral palsy